دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و سوم، ۱۳۹۹

بررسی صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک

ابوالفضل شهریاری[۱]، حشمت امیدی[۲]

دریافت: ۹۸/٤/۱۲ پذیرش: ۹۸/۹/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک بر صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت، یک آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد واقع در جنوب تهران در طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ و ۹٦-۱۳۹۵ اجرا شد. عوامل مورد بررسی سه هیبرید ذرت (۷۰٤، As72 و DKC) در کرت‌های اصلی و اسید هیومیک در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) در کرت-های فرعی بودند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد برگ در هیبرید ۷۰٤ (۱۳/٦ عدد در بوته) و کمترین میانگین در دو هیبرید دیگر مشاهده شد. بیشترین تعداد دانه در بلال در کاربرد اسید هیومیک در سال دوم آزمایش با میانگین ۸۰۲/٦ عدد بود که در مقایسه با تیمار عدم کاربرد افزایش ۱٦/۰۲ درصدی داشت. هیبرید ۷۰٤ در هر دو سال اجرای آزمایش و هیبرید DKC در سال دوم آزمایش به ترتیب با میانگین ۱٥٤/۷، ۱٤۹/٥ و ۱٥۹/٦ گرم، دارای بیشترین وزن هزار دانه بودند. بیشترین عملکرد دانه در هیبرید DKC در سال دوم آزمایش با میانگین ۱۷۱٤۸/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش ۱۱/۹۹ درصدی میانگین عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید. بالاترین عملکرد بیولوژیک در کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک در هیبرید DKC در سال دوم اجرای آزمایش به‌ترتیب با میانگین ۳۸۰۸۸ و ۳٦۹۲۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. محلول‌پاشی با اسید هیومیک سبب افزایش شاخص برداشت گردید. عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. مدل رگرسیونی به‌دست آمده معنی‌دار بود که در مجموع ضریب تشخیص تجمعی مدل برازش یافته ۹٦/۲۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه توسط قطر ساقه، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف قابل توجیه بود. به‌طور کلی یافته-های پژوهش حاضر نشان داد که هیبرید DKC تحت شرایط کاربرد اسید هیومیک در مقایسه با سایر هیبریدها از رشد و عملکردی بالاتری برخوردار بود و برای کشت در منطقه مورد نظر قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، عملکرد دانه، غلات، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت

شهریاری، ا. و ح. امیدی. ۱۳۹۹. بررسی صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۳: ۷۳-٥۸.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲- استادیار، دانشگاه شاهد، تهران، ایران- مسئول مکاتبات. omidi@shahed.ac.ir

مقدمه

در چند دهه‌ی اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب بروز مشکلات زیست‌محیطی فراوانی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها، مسمومیت انسان، دام و آبزیان، از بین رفتن حشرات مفید و میکروفلور خاک گردیده است (اکبری و غلامی، ۱۳۹٤). یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است. کاربرد زیاد کودهای آلی سبب تأمین سلامت انسان و محیط زندگی می‌شوند (خالص‌رو و ملکیان، ۱۳۹۵ ؛ نصیری‌ده سرخی و همکاران، ۲۰۱۸). اسید هیومیک یک پلیمر طبیعی با وزن ۳۰ تا ۳۰۰ کیلودالتون است که دارای مکان‌های تبادل کاتیونی بوده و نقش مستقیمی در تعیین پتانسیل تولیدی خاک دارد (صیدی و همکاران، ۱۳۹٦) و همچنین سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول می‌گردد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). اسید هیومیک ٦۰ تا ۹۰ درصد از ترکیبات آلی طبیعی را تشکیل می‌دهد (اصغری و همکاران، ۲۰۱۰). این اسید از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (نصیری ده‌سرخی و همکاران، ۲۰۱۸). اسید هیومیک سبب سرعت بخشیدن به تقسیم سلولی و همچنین رشد بیشتر ریشه گیاه می‌شود و این موضوع می‌تواند اثرات مخرب تنش‌های محیطی را کاهش دهد، همچنین کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد در گیاهان سویا، بادام‌زمینی و ذرت شده است (کام‌سفیدی و آروین، ۱۳۹۰). کاربرد اسید هیومیک به‌صورت محلول‌پاشی در گندم موجب افزایش ۲٤ درصدی عملکرد در این گیاه شد (دلفین و همکاران، ۲۰۰۵). پژوهش‌های هاکان و همکاران (۲۰۱۱) نیز حاکی از اثر مثبت کاربرد محلول ۰/۰۱ درصد اسید هیومیک در جذب عناصر در گیاه ذرت بود. بر پایه مطالعه محققان، کاربرد اسید هیومیک موجب بهبود رشد و کیفیت محصول در گیاه ذرت گردید (دائور و همکاران، ۲۰۱۳).

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی C_4 است که به‌دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوب از جمله سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون به‌سرعت در تمام دنیا گسترش یافته است. با توجه به نیاز کشور به مواد پروتئینی و نقش ذرت در تغذیه دام و طیور ضرورت افزایش تولید آن در ایران با حداقل خسارت‌های زیست‌محیطی کاملاً محسوس می‌باشد (مجدم و همکاران، ۱۳۹۵). گیاه ذرت یکی از گیاهان پرتوقع و در عین حال یکی از محصولات راهبردی کشور محسوب می‌شود. تولید جهانی ذرت دانه‌ای ۱۱۳٤/۷۵ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۱۹۷/۱۸ میلیون هکتار است (فائو، ۲۰۱۹). این گیاه از نظر تولید بعد از گندم و برنج در رتبه سوم قرار دارد. سهم تولید ایران ۱/۱۷ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۱۵۸۵۳٤ هکتار است (بی‌نام، ۱۳۹٦). پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ تقاضا برای ذرت ٤۵ درصد افزایش یابد. به‌نژادگران ذرت علاقه‌مند به‌دستیابی به ژنوتیپ‌هایی هستند که از لحاظ صفت عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب باشند (گل‌باشی همکاران، ۱۳۸۹).

از دیگر مسائل مهم در بررسی هیبریدها به‌ویژه هیبریدهای خارجی، عکس‌العمل ارقام تحت شرایط مختلف محیطی است. اثر متقابل محیط در ژنوتیپ می‌تواند باعث مشکلاتی در انتخاب ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف گردد. این امر به‌علت کاهش همبستگی بین فنوتیپ و ژنوتیپ بوده و یکی از مسائل مورد توجه اصلاح‌کنندگان نبات می‌باشد (گل‌باشی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به افزایش روزافزون کاربرد کودهای شیمیایی و خسارات جبران‌ناپذیری که استفاده بی‌رویه از این ترکیبات به محیط‌زیست و سلامت انسان وارد می‌کند، همچنین با توجه جهانی به مفاهیم کشاورزی پایدار، کودهای آلی می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی در بوم نظام‌های زراعی مورد توجه و استفاده قرار گیرد. از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت (۷۰٤، As72 و DKC) در پاسخ به کاربرد اسید هیومیک در طی دو سال زراعی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در طی دو سال زراعی ۹٦-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹٦ انجام شد. تیمار اسید هیومیک (در دو سطح کاربرد و عدم کاربرد یا شاهد) در کرت‌های اصلی و هیبریدهای ذرت در سه سطح ۷۰٤، As72 و DKC در پلات‌های فرعی قرار داشتند. پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد واقع در اتوبان بهشت زهرا دارای عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳٤ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه و با ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا

اجرا شد. همچنین محل آزمایش دارای میانگین بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای هوای سالیانه ۱۸/۸درجه سلسیوس بود. قبل از اجرای آزمایش، آنالیز خاک به‌منظور تأمین عناصر مورد نیاز انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری (cm)	۳۰-۰	۶۰-۳۰
بافت خاک (روش هیدرومتری)	لوم‌ی‌رسی	رسی‌سیلتی
مواد آلی(٪)	۰/۹۲	۰/۴۷
پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۵۸	۱۰۷
فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۸/۳	۳/۴
نیتروژن کل (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵/۹	۵/۳
pH عصاره ۱ به ۲/۵	۷/۷	۷/۵
EC (میکروموس) عصاره ۱ به ۵	۲۸۲	۲۹۸

اسید هیومیک مورد استفاده، اسید هیومیک ۸۰ درصد با نام تجاری هیومکس (دارای اسید هیومیک ۸۰ درصد، اسید فلوویک ۱۵ درصد و اکسید پتاسیم پنج درصد) بود که به‌میزان پنج لیتر در ۲۰۰ لیتر آب مخلوط و در دومین آب آبیاری (بعد از خاک آب) که ذرت دارای ۸-۶ برگ بود، استفاده شد. هر واحد آزمایشی شش متر طول و ۳/۷۵ متر عرض و پنج ردیف کشت داشت که یک ردیف از هر طرف و نیم متر از بالا و پایین برای اثر حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بذرها روی هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. کشت به‌صورت خشکه‌کاری در فروردین ماه هر سال انجام شد. براساس آزمون خاک، ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم از منابع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم استفاده شد. کودهای فسفر و پتاسیم در ابتدای کاشت و کود اوره به‌صورت تقسیط در سه نوبت، ابتدای کاشت، رشد روشی سریع و گلدهی مورد استفاده قرار گرفت.

کنترل علف‌های هرز در طی دو مرحله (چهار و هشت برگی) به‌صورت دستی انجام گرفت. اولین آبیاری به طریقه نشتی یک روز پس از کاشت انجام شد و آبیاری بعدی سی روز پس از آبیاری اول صورت گرفت و آبیاری‌های دیگر بر حسب نیاز گیاه در فواصل ۷-۶ روز یک‌بار انجام شد و بیست روز قبل از برداشت آبیاری کاملاً قطع گردید. بعد از رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد پنج بوته از هر کرت آزمایشی به‌تصادف انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، فاصله میانگره، طول کاکل، طول برگ کاکل شاخص سطح برگ (با استفاده دستگاه سطح برگ‌سنج Leaf Area meter A250 در مرحله گلدهی)، قطر ساقه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دو مترمربع وسط کرت‌ها به‌صورت کف‌بر برداشت شد. سپس وزن دانه به‌عنوان عملکرد دانه در واحد سطح در نظر گرفته شد و پس از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، عملکرد بیولوژیک توزین شد و در نهایت شاخص برداشت (عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک) به‌صورت درصد محاسبه گردید. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل (تجزیه مرکب در سال)، با استفاده از برنامه آماری Minitab نرمال بودن داده‌ها (آزمون همگنی واریانس‌ها)

مورد ارزیابی قرار گرفت. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و رسم نمودارها و جداول آماری با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت. میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر سال در اسید هیومیک و سال در هیبرید بر میانگین ارتفاع بوته به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر سال در اسید هیومیک، بیشترین ارتفاع بوته در کاربرد اسید هیومیک در سال اول (۲۳۰/۳ سانتی‌متر) و عدم کاربرد اسید هیومیک در سال دوم (۲۲۵/۷ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳). نتایج حاکی از متفاوت بودن اثر اسید هیومیک در سال‌های اجرای آزمایش بود. از دلایل این امر می‌توان به شرایط آب و هوایی منطقه در طی دو فصل زراعی اشاره کرد به‌طوری که در سال اول، میانگین دمای هوا در طول فصل زراعی حدود ۳/۵ درجه سانتی‌گراد کمتر از سال دوم بود. دمای هوای بالاتر برای رشد رویشی و زایشی گیاه ذرت به‌عنوان یک گیاه چهارکربنه مطلوب می‌باشد، باعث ایجاد تفاوت در نتایج به‌دست آمده در برخی از صفات گردید. بالا بودن میانگین دما در سال دوم آزمایش منجر به افزایش میانگین صفات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه در مقایسه با سال اول گردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک بر صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای مختلف ذرت

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	فاصله میانگره	طول کاکل	شاخص سطح برگ	قطر ساقه
سال (Y)	١	^{ns}٥٨/٧	^{ns}٠/٧٥	^{ns}١/٢٤	**٢٣٢/٥	^{ns}٠/٠٠٠٩	*١٨/٩٢
سال در تکرار	٤	١٩٣/٦	٠/٥٧	٤/٨٨	٢٨/٣	١/٠٥	٥/٨٤
کود (F)	١	^{ns}٢٤/٧	^{ns}١/٩٥	*١٤/٨	*٥٦/١	^{ns}٠/٠٠٢	^{ns}٤/٣٤
Y × F	١	**٢١٢٠/٤	^{ns}٠/١٣	*١٨/١٠	*٩٠/٤	^{ns}١/١٣	*٢٠/٥
خطای کرت اصلی	٢	٣٠/٤	٠/٥٨	٥/٧٦	٣٩/١	٠/٧١	٠/٧٤
هیبرید (H)	٢	**٢٥١١/٦	*٤/١٣	^{ns}٢/٦٨	^{ns}٣٤/٣	*٤/٢٨	**١٩/٩٢
Y × H	٢	*٣٦٨/٦	^{ns}٠/١٠	**١٣/٤٢	*٤٨/٢	^{ns}٢/٠٧	^{ns}٠/٥٥
F × H	٢	^{ns}١٣٨/٢	^{ns}٠/٩٦	^{ns}٣/٥٣	^{ns}٤/٧١	^{ns}٠/٨٤	^{ns}٣/٨٤
Y × F × H	٢	^{ns}٩٢/٣	^{ns}١/٤٠	*١١/٥	*٨٠/٢	^{ns}٠/٨٦	^{ns}٠/٧٧
خطا	١٨	٦٨/٦	١/١٨	١/٩٩	١٤/١٩	٠/٧٢	٣/٠٤
ضریب تغییرات	–	٣/٧٤	٨/٤١	١٠/٧٣	٨/١٠	١٢/٩٣	٨/٦٣

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک بر صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای مختلف ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال (Y)	۱	۲۸۲۶/۶ ns	۵۴۷۶/۰ **	۰/۶۹ ns	۲۵۷۵۳۱۳۰/۸ **	۳۷۲۹۲۴۹۶۶/۰ **	۵۰۷/۴ *
خطای a	۴	۷۳۷۶/۶	۱۱۲/۷	۳۰/۹	۱۹۳۱۲۲۷/۱	۱۵۹۰۱۹۴/۸	۳۷/۸
کود (F)	۱	۴۳۴۵۰/۳ **	۳۰۰۷/۰ **	۱۴۴/۷ **	۳۰۶۹۹۲۷۸/۱ **	۶۸۸۳۱۰۴۵/۷ *	۳۰۹/۸ *
Y × F	۱	۱۳۴۲۰/۳ *	۰/۰۰۸ ns	۸۱/۱ *	۱۳۶۵۲۲۳/۱ ns	۲۸۳۸۴۵۱۲/۱ ns	۱۵۱/۷ ns
خطای b	۲	۷۱۷۶/۴	۵۹/۱۲	۴۱/۱	۱۴۰۵۶۷۵/۳	۵۶۴۶۰۳۴/۳	۶۱/۳
هیبرید (H)	۲	۱۱۸۵۷/۱ *	۹۸۰۳/۶ **	۲۹۴/۳ **	۱۸۴۲۶۳۹۵/۵ **	۱۸۹۴۴۱۶۷۲/۹ **	۳۴۷/۶ *
Y × H	۲	۶۸۴۵/۵ ns	۳۲۳۲/۷ **	۲۵/۶ ns	۱۴۲۲۵۴۲۲۰/۳ **	۴۵۰۶۷۱۸۵۰/۴ **	۲۱۵/۷ ns
F × H	۲	۲۵۸۰/۷ ns	۵۳۷/۸ ns	۶/۱۹ ns	۲۰۸۳۸۲/۷ ns	۲۰۳۸۹۷۰۹/۶ ns	۲۴۳/۲ *
Y × F × H	۲	۷/۷۵ ns	۲۰۴/۶ ns	۰/۸۶ ns	۵۹۶۸۳۸۸/۱ ns	۶۱۷۸۹۵۷۳/۸ *	۲۰۷/۳ ns
خطا	۱۸	۲۹۷۸/۶	۳۲۶/۲	۱۲/۷۷	۲۲۷۹۵۷۱/۰	۱۲۳۹۷۳۰۹	۷۰/۲
ضریب تغییرات	-	۷/۳۰	۱۴/۳۶	۷/۳۷	۱۲/۷۵	۱۳/۱۲	۱۸/۵۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در اسید هیومیک بر برخی صفات مورد بررسی

سال	اسید هیومیک	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف
سال اول	عدم کاربرد	۲۱۴/۷ b	۱۸/۲ b	۷۴۳/۸ b	۴۸/۱ b
	کاربرد	۲۳۰/۳ a	۲۰/۷ a	۷۶۸/۲ ab	۴۹/۱ ab
سال دوم	عدم کاربرد	۲۲۵/۷ a	۲۱/۳ a	۶۷۴/۰ c	۴۴/۱ c
	کاربرد	۲۱۴/۲ b	۲۰/۵ a	۸۰۲/۶ a	۵۲/۵ a

در هر ستون میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند

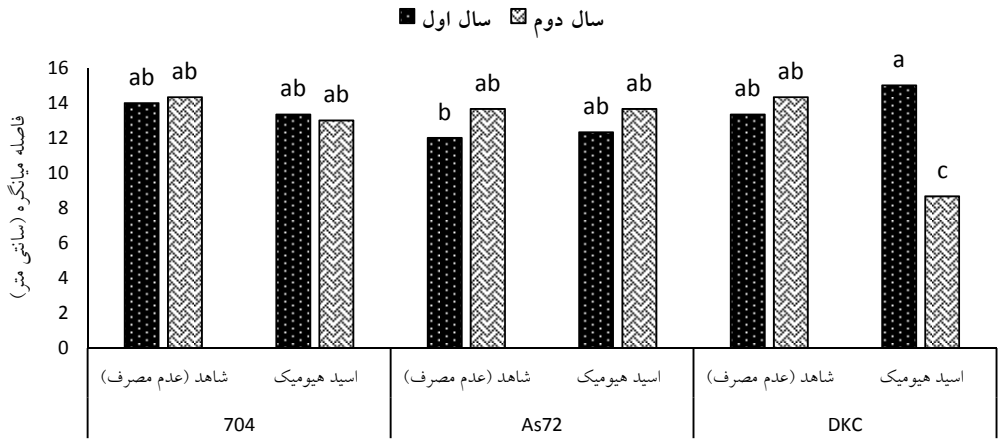
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در هیبریدهای ذرت بر برخی صفات مورد بررسی

سال	هیبریدهای ذرت	طول بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
سال اول	704	۲۳۶/۳ a	۱۵۴/۷ a	۱۴۶۹۳/۶ b
	As72	۲۱۲/۰ bc	۸۵/۷ b	۹۴۱۹/۷ d
	DKC	۲۱۹/۳ b	۹۹/۸ b	۸۸۵۵/۳ d
سال دوم	704	۲۳۹/۵ a	۱۴۹/۵ a	۹۲۴۵/۹ d
	As72	۲۱۶/۵ b	۱۰۵/۰ b	۱۱۶۴۹/۲ c
	DKC	۲۰۴/۰ c	۱۵۹/۶ a	۱۷۱۴۸/۳ a

در هر ردیف میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند

نتایج بررسی مقایسات میانگین نشان داد که هیبرید ۷۰٤ در هر دو سال اجرای آزمایش دارای بالاترین ارتفاع بوته بود و کمترین میانگین این صفت در هیبرید DKC مشاهده شد (جدول ٤). در راستای نتایج پژوهش حاضر، سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند که ارتفاع بوته ذرت در هیبریدهای مختلف تفاوت معنی‌دار نشان دادند (حاجی‌بابایی و عزیزی، ۱۳۹۳). بالا بودن ارتفاع بوته در هیبرید ۷۰٤ را ناشی از پتانسیل ذاتی این هیبرید در داشتن تعداد گره بیشتر ساقه و فاصله میان گره‌های بیشتر در این هیبرید دانستند (سیدزوار و همکاران، ۱۳۹٤). سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند که استفاده از اسید هیومیک منجر به افزایش صفات مورفولوژیک از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ، قطر ساقه و غیره در ذرت گردید (امینی و همکاران، ۱۳۹٦). این پژوهشگران بیان داشتند که کاربرد کود اسید هیومیک به‌عنوان کود کندرها (دارای تجزیه آرام) می‌تواند کارایی مصرف نیتروژن را افزایش دهد. این افزایش پارامترهای مورفولوژیک ممکن است ناشی از مقدار متابولیت سنتز شده توسط گیاهان باشد، که در نتیجه افزایش سطح نیتروژن است. سطح کود نیتروژن بر روی فرآیندهای متابولیک و فعالیت‌های فیزیولوژیک بافت‌های مریستمی اثر مطلوب گذاشته که این بافت‌های مریستمی مسئول تقسیم سلولی و زیاد شدن طول می‌باشند (امینی و همکاران، ۱۳۹٦).نتایج به دست آمده حاکی معنی‌دار بودن تفاوت تعداد برگ در میان هیبریدهای مورد آزمایش بود (جدول ۱). به‌طوری که بیشترین تعداد برگ در هیبرید ۷۰٤ (۱۳/٦ عدد در بوته) و کمترین میانگین در دو هیبرید دیگر مشاهده شد (جدول ۵). تعداد برگ با طول دوره رشد گیاه رابطه مثبتی دارد به این صورت که تعداد برگ‌ها در ارقام دیررس بیش از ارقام زودرس می‌باشد. همچنین پژوهشگران بیان داشتند که تعداد برگ کمتر ذرت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و بیشتر تفاوت‌ها مابین هیبریدها مربوط به ژنتیک گیاه می‌باشد که نتایج حاصل از پژوهش حاضر را تائید می‌نماید (حاجی‌بابایی و عزیزی، ۱۳۹۳). در این زمینه اظهار شده است که صفت تعداد برگ در گیاه مرزه به‌طور ژنتیکی تنظیم می‌شود و شرایط محیطی اثر کمتری بر روی آن دارد (صبوری و همکاران، ۱۳۹٦) که یافته‌های پژوهش حاضر نیز همسو با نتایج به دست آمده است.

فاصله میانگره تحت تأثیر اسید هیومیک و اثر متقابل سال در اسید هیومیک، سال در هیبرید و همچنین اثر متقابل سال در اسید هیومیک در هیبرید تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۱). در مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه بیشترین فاصله میانگره در کاربرد اسید هیومیک بر روی هیبرید DKC در سال اول آزمایش با میانگین ۱۵ سانتی‌متر بود و کمترین میانگین نیز مربوط به همین تیمار در شرایط عدم کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد (شکل ۱). از دلایل معنی‌دار شدن اثر سال می‌توان به تفاوت شرایط آب و هوایی در طی دو فصل زراعی اشاره کرد. نتایج داده‌های هواشناسی نشان داد که میانگین دمای هوا، میانگین بارش و همچنین تعداد روزهای آفتابی در سال دوم از سال اول بیشتر بود. بالا بودن این پارامترهای اقلیمی منجر به افزایش رشد شاخ و برگ شده و افزایش رشد و عملکرد را در پی خواهد داشت.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه سال در اسید هیومیک در هیبرید بر فاصله میانگره ذرت (میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند)

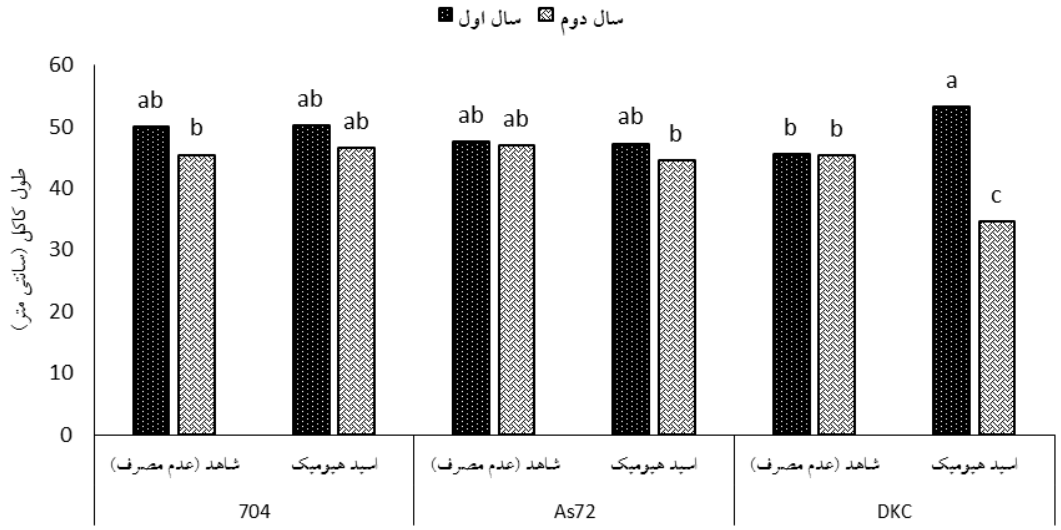
جدول ۵) مقایسه میانگین برخی صفات مورد بررسی در هیبریدهای ذرت

هیبریدهای مورد آزمایش	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف
704	^{a}۱۳/٦۰	^{ab}٦/٦٤	^{a}۲۰/۹۰	^{a}۷۸۲/۲	^{a}٥٤/۱٦
As72	^{b}۱۲/٥۸	^{a}۷/۱۳	^{a}۲۱/۰۲	^{b}۷۲۳/٤	^{b}٤٥/۱٦
DKC	^{b}۱۲/٥۸	^{b}٥/۹٤	^{b}۱۸/۷۳	^{b}۷۳٥/۳	^{b}٤٦/۰۸

در هر ستون میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

پژوهشگران بیان داشتند که برگ‌های تیمار شده با اسید هیومیک، انبوه‌تر و شاداب‌تر و رنگ سبزه تیره‌تری را داشتند که به فعالیت فتوسنتزی بالاتری منتهی شد. همچنین گیاهان تیمار شده رشد میانگره‌ای بالایی داشتند که در نتیجه وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک گیاه در نهایت افزایش داشت. اسپری برگی با ترکیبات آلی ماندگاری قطره‌ها را روی سطح برگ افزایش داده و در نتیجه جذب عناصر غذایی توسط گیاه لوبیا چشم بلبلی افزایش یافت (آستارائی و همکاران، ۲۰۰۸).

اثر سال، اسید هیومیک، سال در اسید هیومیک، سال در هیبرید و سال در اسید هیومیک در هیبرید بر طول کاکل معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین طول کاکل در ترکیب تیماری کاربرد اسید هیومیک بر روی هیبرید DKC در سال اول آزمایش با میانگین ۵۳/۳ سانتی‌متر مشاهده شد. کمترین میانگین نیز در شرایط عدم کاربرد اسید هیومیک بر روی هیبرید DKC در هر دو سال آزمایش به دست آمد (شکل ۲). مقادیر بسیار کم اسیدهای آلی به‌دلیل وجود ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند، همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه گلرنگ می‌گردد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۵).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه سال در اسید هیومیک در هیبرید بر طول تاسل ذرت (میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند)

شاخص سطح برگ در هیبریدهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌دار آماری نشان داد (جدول ۱) به‌طوری که هیبرید As72 دارای بالاترین شاخص سطح برگ (۷/۱۳) و هیبرید DKC دارای کمترین شاخص سطح برگ (۵/۹٤) بود (جدول ۵). همراستا با

یافته‌های پژوهش حاضر، سایر محققین نیز بیان داشتند که هیبریدهای مختلف ذرت از نظر شاخص سطح برگ تفاوت معنی-دار آماری دارند (خان و همکاران، ۲۰۱۷).

جدول ٦) مقایسه میانگین برخی صفات مورد بررسی هیبریدهای ذرت تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک

اسید هیومیک	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
عدم کاربرد	^{b}۱۱۷/۰	^{b}۱۱۰۸۰/۵
کاربرد	^{a}۱۳٤/۵	^{a}۱۲۵۹۰/۲

در هر ستون میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

اثر متقابل سال در اسید هیومیک و همچنین اثر هیبرید بر قطر ساقه به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). در مقایسه میانگین اثر متقابل، در همه ترکیب‌های تیماری به غیر از تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک در سال اول، بیشترین میانگین این صفت مشاهده شد (جدول ۳). در مقایسه میانگین بین هیبریدها، As7 و ۷۰٤ دارای بیشترین میانگین (به-ترتیب ۲۱/۰۲ و ۲/۹۰ میلی‌متر) بودند و هیبرید DKC دارای کمترین قطر ساقه (۱۸/۷۳ میلی‌متر) بود. در آزمایشی بر روی هفت هیبرید ذرت بیان شد که هیبرید ٦٤۷ به علت داشت قطر ساقه بالا که از اجرای مهم و تأثیرگذار در عملکرد و گزینش یک گیاه می-باشد، به‌عنوان بهترین هیبرید برای منطقه خوی توصیه گردید (خلیلی محله و همکاران، ۱۳۸٦). دلیل افزایش قطر ساقه در دو هیبرید را می‌توان به تجمع مواد و بیوماس بالاتر در این گیاهان نسبت داد (مقصودلو و همکاران، ۱۳۹٤).

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اسید هیومیک، سال در اسید هیومیک و هیبرید بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار بودند (جدول ۲). در اثر متقابل سال در اسید هیومیک، بیشترین تعداد دانه در بلال در کاربرد اسید هیومیک در سال دوم آزمایش با میانگین ۸۰۲/٦ عدد بود که در مقایسه با تیمار عدم کاربرد افزایش ۱٦/۰۲ درصدی داشت. کمترین میانگین نیز در تیمار عدم کاربرد در سال دوم آزمایش با میانگین ٦۷٤ عدد بود (جدول ۳). نتایج مشابهی در سایر پژوهش‌ها بر روی گیاه ذرت گزارش شده است (عظیم و همکاران، ۲۰۱٤) که یافته‌های این پژوهش را تائید می‌نمایند. در بین هیبریدهای مورد آزمایش، هیبرید ۷۰٤ دارای بیشترین میانگین این صفت و دو هیبرید دیگر کمترین میانگین را نشان دادند (جدول ۵).

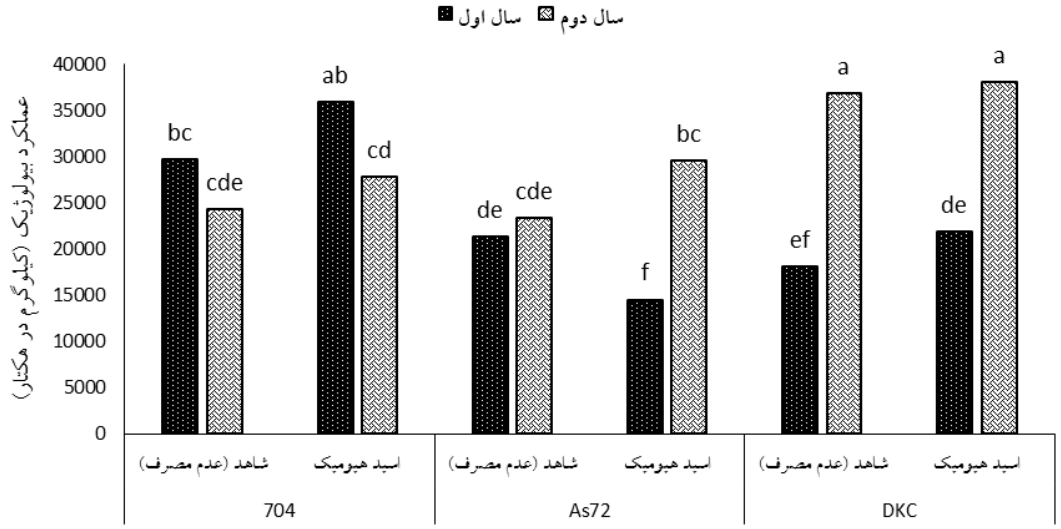
آخرین و مهم‌ترین جزء عملکرد در غلات وزن هزار دانه می-باشد (سبزواری و خزاعی، ۱۳۸۸). وزن هزار دانه تحت تأثیر سال، اسید هیومیک، هیبرید و سال در هیبرید تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). هیبرید ۷۰٤ در هر دو سال اجرای آزمایش و هیبرید DKC در سال دوم آزمایش به ترتیب با میانگین ۱۵٤/۷، ۱٤۹/۵ و ۱۵۹/٦ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه بودند (جدول ٤). پایین بودن وزن هزار دانه در ارقام مختلف ذرت احتمالاً به‌علت بالا بودن تعداد ردیف در بلال و در نتیجه بیشتر بودن تعداد دانه در بلال است که باعث می‌شود رقابت بین دانه‌ها برای جذب مواد فتوسنتزی بیشتر شده و مواد فتوسنتزی کمتری به هر دانه اختصاص یابد. در این راستا، پژوهشگران نتایج مشابهی را گزارش کردند (امینی و همکاران، ۱۳۹۳). کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش ۱۳/۰۱ درصدی میانگین وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد بود (جدول ٦). در این راستا، امینی و همکاران (۱۳۹٦) گزارش کردند که استفاده از کودهای اسید هیومیک برخی صفات زراعی از جمله وزن هزار دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. با بررسی نقش اسید هیومیک روی گیاه گندم مشخص شده است، کاربرد اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد آن، ٦/۵ درصد وزن هزار دانه را افزایش می‌دهد، طبق این گزارش اسید هیومیک با تأثیر بر انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها، وزن هزار دانه را در گندم افزایش داده است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۵). کاربرد اسید هیومیک در غلظت‌های کم منجر به افزایش متابولیسم نیترات با افزایش محتوی پروتئین محلول و آمینواسید گردید که از این نظر

منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردد (واکارو و همکاران، ۲۰۱۵).

نتایج نشان داد که اثر اسید هیومیک، سال در اسید هیومیک و هیبرید بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار بودند (جدول ۲). کاربرد اسید هیومیک در سال دوم اجرای آزمایش منجر به افزایش ١٦ درصدی میانگین این صفت در مقایسه با تیمار شاهد گردید (جدول ۳). بالا بودن میانگین دمای هوا، میانگین بارش و تعداد روزهای آفتابی در سال دوم منجر به افزایش رشد و افزایش اجزای عملکرد دانه گردید. کاربرد اسید هیومیک در مقایسه با تیمار شاهد منجر به افزایش تعداد سنبله و عملکرد در گیاه گندم شد (داودی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از اسید هیومیک با افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید می‌شود. همچنین اسید هیومیک با اثرات شبه هورمونی خود، اثرات مفیدی در افزایش تولید گیاه دارد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۵). زیرا بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقاصد گیاه، به میزان کافی صورت خواهد گرفت (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). در مطالعه‌ای بر گیاه ذرت، عملکرد دانه به‌صورت معنی‌داری در تیمارهای محلول‌پاشی اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافت که دلیل آن حصول زود هنگام حداکثر سطح برگ، افزایش دوام سطح برگ و در نتیجه طولانی‌تر شدن تجمع ماده خشک معرفی شده است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که هیبرید ٧٠٤ دارای بیشترین تعداد دانه در ردیف با میانگین ٥٤//١٦ عدد بود و دو هیبرید دیگر کمترین میانگین این صفت را داشتند (جدول ۵).

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سال، اسید هیومیک، هیبرید، سال در هیبرید در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر متقابل سال در هیبرید، بیشترین عملکرد دانه در هیبرید DKC در سال دوم آزمایش با میانگین ١٧١٤٨/٣ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کمترین میانگین مربوط به همین هیبرید در سال اول با میانگین ٨٨٥٥/٣ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ٤). چوکان و همکاران (۱۳۹۲) در آزمایشی مقایسه عملکرد دانه بیست هیبرید ذرت بیان داشتند که عملکرد دانه در هیبریدهای مختلف تفاوت معنی‌داری داشت که نتایج حاصل از پژوهش حاضر را تائید می‌نماید. نتایج یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هیبریدهای مورد آزمایش در دو سال اجرا، نتایج متفاوتی نشان دادند به‌طوری که در سال اول آزمایش هیبرید ٧٠٤ و در سال دوم آزمایش هیبرید DKC دارای بالاترین عملکرد دانه بود. بخشی از این اختلاف و عدم پایداری را می‌تواند به واکنش‌پذیری بالای این هیبریدها به عوامل محیطی از جمله میزان بارندگی و دمای هوا نسبت داد (باصفا و طاهریان، ۱۳۹۵). همراستا با یافته‌های پژوهش حاضر، کومار و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تغییرات پارامترهای اقلیمی نظیر دما و رطوبت منجر به تغییر در رشد و فیزیولوژی گیاهان خواهد شد. کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش ۱۱/۹۹ درصدی میانگین عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد) گردید (جدول ٦). نتایج مشابهی در سایر پژوهش‌های نیز گزارش شده بود به‌طوری که محلول‌پاشی اسید هیومیک باعث ۲۹ درصد افزایش عملکرد در گیاه نخود و گندم گردیده و جذب عناصر پرمصرفی همانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم را در این گیاهان افزایش داد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۵).

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر سال، اسید هیومیک، هیبرید، سال در هیبرید و سال در اسید هیومیک در هیبرید معنی‌دار بودند (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه، بیشترین عملکرد بیولوژیک در کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک در هیبرید DKC در سال دوم اجرای آزمایش به‌ترتیب با میانگین ۳۸۰۸۸ و ۳٦٩٢٧ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. کمترین میانگین مربوط به تیمار کاربرد اسید هیومیک در سال اول آزمایش در هیبرید As72 با میانگین ١٤٥٤٨ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). طی بررسی و مقایسه عملکرد و اجزا عملکرد چند رقم هیبرید ذرت چنین نتیجه گرفته شد که انتخاب ارقامی با ارتفاع متوسط ولی پر برگ، وزن ساقه متوسط و وزن نسبتاً بالا باعث حفظ یا افزایش عملکرد تولیدی می‌گردد (چوکان، ۲۰۰۵). اسید هیومیک از طریق تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و همچنین افزودن مقدار کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها می‌شود و در نتیجه عملکرد تولیدی و بیوماس تولیدی در گیاهان آلی افزایش می‌یابد (آکنسی و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه سال در اسید هیومیک در هیبرید بر عملکرد بیولوژیک ذرت (میانگین‌های ارائه شده دارای حروف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سال، اسید هیومیک، هیبرید و اثر متقابل اسید هیومیک در هیبرید بر شاخص برداشت معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک در هیبرید نشان داد که در هیبرید As7 تحت شرایط کاربرد اسید هیومیک با میانگین ۵۸/۵ درصد، بیشترین میانگین شاخص برداشت مشاهده شد و در سایر ترکیبات تیماری کمترین میانگین به‌دست آمد. پژوهشگران در آزمایشی بر روی دو نوع ژنوتیپ ذرت متوجه رابطه محکمی بین شاخص برداشت، تغییر کربوهیدرات‌ها و ذخیره نیتروژن شدند (مجدم و همکاران، ۱۳۹۵). متغیر بودن شاخص برداشت در گیاهان به تفاوت و میزان تولید و ساخت آسیمیلات‌ها در طی پر شدن دانه و انتقال مجدد آسیمیلات-ها قبل از گرده‌افشانی هر ژنوتیپ و قوی بودن مخزن نیز وابسته است (طالبی‌فر و همکاران، ۱۳۹٤). محلول‌پاشی با اسید هیومیک سبب افزایش شاخص برداشت شد. می‌توان این امر را این‌گونه بیان نمود که اسید هیومیک با افزایش عملکرد دانه باعث افزایش شاخص برداشت شد. پژوهشگران علت افزایش شاخص برداشت ذرت در تیمار مصرف اسید هیومیک را به جذب بهتر عناصر غذایی نسبت دادند (توحیدی‌مقدم و همکاران، ۲۰۱٤). زیرا گیاه با جذب بهتر عناصر غذایی و افزایش سطح برگ می‌تواند از تشعشع خورشیدی بهتر استفاده نماید و مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه ارسال نماید و در نتیجه نسبت دانه به ماده خشک را افزایش دهد.

نتایج بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. از طرف دیگر، با صفات طول کاکل و شاخص سطح برگ همبستگی منفی و معنی-دار نشان داد. بالاترین ضریب همبستگی مابین صفات عملکرد بیولوژیک با وزن هزار دانه (۰/۸۰**) و عملکرد دانه (۰/۸۸**) مشاهده شد (جدول ۷). شیری و همکاران (۲۰۱٦) در بررسی همبستگی ساده بین صفات مختلف هیبریدهای ذرت نتایج مشابهی با یافته‌های پژوهش حاضر ارائه داد.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای مختلف ذرت تحت تأثیر اسید هیومیک

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	۱											
۲	۰/٤۳*	۱										
۳	۰/٥۱**	۰/۰۱	۱									
٤	۰/٥۷**	-۰/۰۲	۰/٦۱**	۱								
٥	۰/۳۰*	۰/۱٦	۰/۲٥	۰/٤۲*	۱							
٦	۰/۳٤*	۰/۳٥*	-۰/۰۷	-۰/۰۸	۰/۳٥	۱						
۷	-۰/۰۳	۰/۰٦	-۰/۳۸*	-۰/۲۲	-۰/۳۱*	۰/۰۷	۱					
۸	۰/۲٥	۰/٤۰*	-۰/۱۳	-۰/۲۱	-۰/۳٦*	۰/۰٥	۰/٤۷	۱				
۹	۰/۲۳	۰/۱٦	-۰/۲۰	-۰/۱۰	-۰/۱۸	۰/۰۷	۰/۸۸**	۰/٥٦**	۱			
۱۰	-۰/۲۱	۰/۱۳	-۰/۲٤	-۰/۳٥*	-۰/٥۲**	-۰/۰۷	۰/۳۱*	۰/٦۸**	۰/۱۸	۱		
۱۱	-۰/۰۳	۰/۲٥	-۰/۱۷	-۰/۳۱*	-۰/٤۱*	۰/۰۰۹	۰/۳۲*	۰/۸۰**	۰/۳۱*	۰/۸۸**	۱	
۱۲	-۰/۲٥	-۰/۱٦	-۰/۱٥	-۰/۰٥	-۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۰٥	-۰/۲۳	-۰/۱۲	۰/۰۹	-۰/۳٤*	۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، بدون علامت غیر معنی‌دار

۱. ارتفاع بوته، ۲. تعداد برگ، ۳. فاصله میانگره، ٤. طول کاکل، ٥. شاخص سطح برگ، ٦. قطر ساقه، ۷. تعداد دانه در بلال، ۸. وزن هزار دانه، ۹. تعداد دانه در ردیف، ۱۰. عملکرد دانه، ۱۱. عملکرد بیولوژیک، ۱۲. شاخص برداشت

نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، فاصله میانگره، طول کاکل، شاخص سطح برگ و قطر ساقه افزایش نشان داد. افزایش تعداد برگ و شاخص سطح برگ به دنبال افزایش ارتفاع بوته امر منطقی به‌نظر می‌رسد. ولی نکته قابل‌توجه در نتایج جدول همبستگی، رابطه منفی شاخص سطح برگ با عملکرد دانه بود که با یافته‌های سایر پژوهشگران مغایرت دارد. از دلایل این امر می‌توان به این موضوع اشاره کرد که چون شاخص سطح برگ دارای میانگین‌های بالایی بود، و این میانگین بالا، بیش از نیاز گیاه برای تولید مواد فتوسنتزی بوده و این امر موجب افت عملکرد و هدر رفت مواد فتوسنتزی گردیده است که نیاز به بررسی بیشتر در این زمینه دارد. البته رابطه منفی مابین شاخص سطح برگ با عملکرد دانه در برخی گیاهان همچون ارزن دم‌روباهی گزارش شده است (فرزین و همکاران، ۱۳۹٤). این پژوهشگران نتیجه گرفتند که رقم‌هایی که از علوفه بالایی برخوردارند، برای برداشت بذر مناسب نمی‌باشند. این اختلاف نتایج می‌تواند به‌دلیل تفاوت در شرایط محیطی و تعداد ژنوتیپ‌های مورد بررسی یا تفاوت در تیپ ارقام باشد (منصورقناعی و همکاران، ۱۳۹۳). تعداد برگ با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. این امر با یافته‌های برخی محققین که بین تعداد برگ و اجزای عملکرد گیاه تنباکو همبستگی مثبت گزارش نمودند، همراستاست (ژو و همکاران، ۲۰۰٦؛ جیائو و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج ارائه شده در جدول ۷ نشان می‌دهد که عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت با تعدادی از متغیرهای مورفولوژیکی و عملکردی اندازه‌گیری شده، همبستگی معنی‌داری دارد. به‌منظور تحلیل عمیق‌تر رابطه بین عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع (Y) و صفات مورفولوژیک و عملکرد به‌عنوان متغیرهای مستقل (X) از رگرسیون چند متغیری استفاده شد. به این منظور ابتدا کلیه متغیرهای تحت بررسی شامل ارتفاع بوته (X1)، تعداد برگ (X2)، فاصله میانگره (X3)، طول کاکل (X4)، شاخص سطح برگ (X5)، قطر ساقه (67)، تعداد دانه در بلال (X7)، وزن هزار دانه (X8) و تعداد دانه در ردیف (X9) در مدل رگرسیونی قرار گرفت و رابطه بین عملکرد دانه و کلیه متغیرهای تحت بررسی برآورد گردید. سپس، به‌منظور حذف متغیرهای دارای تأثیر جزئی بر عملکرد دانه، از تکنیک رگرسیون گام به گام استفاده شد (جهان و همکاران ۱۳۹۳).

نتایج این رگرسیون نشان داد که، متغیرهای قطر ساقه (X6)، تعداد دانه در بلال (X7) و تعداد دانه در ردیف (X9)، اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه بوده‌اند (معادله ۱).

$$Y=-4591 - 60.1(X_7) + 6.10(X_8) -115.8(X_{10})$$

R-sq= 96.73% R-sq(adj)= 96.20%

که در آن Y: عملکرد دانه، X_6: قطر ساقه، X_7 :تعداد دانه در بلال و X_9: تعداد دانه در ردیف بودند.

مدل رگرسیونی به‌دست آمده معنی‌دار بوده و سه صفت قطر ساقه، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف وارد مدل رگرسیونی شدند که در مجموع ضریب تشخیص تجمعی مدل برازش یافته ۹٦/۲۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه توسط این سه صفت قابل توجیه بود و احتمالاً گزینش به‌منظور افزایش عملکرد برگ خشک از طریق این صفات، اثر بخش خواهد بود (جدول ۸). نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیونی همراستا با نتایج همبستگی ساده بین صفات بود به‌طوری که در همبستگی نیز ضرایب بالایی ما بین تعداد دانه با عملکرد دانه مشاهده شد. سایر پژوهشگران نیز پنج صفت را در مطالعات خود به‌عنوان صفات مؤثر بر عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای معرفی کردند (گل‌باشی و همکاران، ۱۳۸۹ ؛ شعاع‌حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۸- تجزیه رگرسیونی گام به گام عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته در هیبریدهای ذرت

متغیرهای پیش‌بین	ضریب بتا	SE	T-Value	P-Value
مقدار ثابت	-٤٥٩١	١٠٧٦	-٤/٢٣	٠/٠٠
X_6	-٦٠/١	٣٦/٩	-١/٦٨	٠/٠٩٥
X_7	٦/١٠	٢/٥٠	٢/٥٠	٠/٠١٨
X_9	-١١٥/٨	٢٨/٦	-٣/٧٥	٠/٠٠

$$Y=-4591 - 60.1(X_6) + 6.10(X_7) -115.8(X_9)$$

R-sq= 96.73% R-sq(adj)= 96.20%

X_6: قطر ساقه، X_7 :تعداد دانه در بلال، X_9: تعداد دانه در ردیف،

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هیبرید DKC از نظر صفات مورفولوژیک و عملکرد تحت شرایط کاربرد اسید هیومیک در مقایسه با دو هیبرید دیگر دارای برتری بود.. همچنین کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش و بهبود رشد و عملکرد گیاه در هر دو سال آزمایش شد. نتایج نشان داد که صفات قطر ساقه، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف از مهم‌ترین صفات وارد شده به مدل رگرسیونی گام به گام بودند که نقش بیشتری در عملکرد دانه داشتند.

منابع

ابوطالبیان، م.ع، و ف. مقیثایی. ۱۳۹۳. اثر پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوه کاربرد کود سولفات روی بر خصوصیات سبز شدن، عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت در همدان. به‌زراعی کشاورزی، سال ۱۶، شماره ۳: ۶۹۲-۶۷۵.

اکبری، ا.، و ا. غلامی. ۱۳۹٤. بررسی تأثیر همزیستی با میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد اسانس و کلونیزاسیون ریشه گیاه دارویی رازیانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. سال ۱۳، شماره ٤: ۸۵۳-۸٤۰.

امینی، ا.، ع. مهرابی، ع. حاتمی، و خ. فصیحی. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد آب چهار هیبرید ذرت دانه‌ای در سطوح مختلف آبیاری. تحقیقات غلات. سال ٤، شماره ٤: ۳٤٤-۳۳۳.

امینی، ب.، م. فرحبخش، و م. کیانی‌زاد. ۱۳۹٦. بررسی تأثیر ترکیب کودهای اسید هیومیک با اوره بر برخی صفات زراعی ذرت. تحقیقات کاربردی خاک. سال ۵، شماره ۲: ٤۰-۳۱.

باصفا، م.، و م. طاهریان. ۱۳۹۵. تجزیه پایداری و سازگاری عملکرد علوفه در هیبریدهای ذرت علوفه‌ای. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. سال ۱۹ شماره ۸: ۱۹۱-۱۸۵.

جهان، م.، م. نصیری محلاتی، ف. رنجبر، م. آریایی، و ن. کمایستانی. ۱۳۹۳. اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب رطوبت در خاک و محلول‌پاشی اسید هیومیک روی بر ویژگی‌های اگروفیزیولوژیکی و عملکرد کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در شرایط مشهد. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. سال ٦، شماره ٤: ۷٦٦-۷۵۳.

چوکان، ر.، ا. استخر، ح. حدادی، م.ر. ک. شیری‌انوری، ع. آفرینش، ه. دارخال، و ث. قاسمی. ۱۳۹۲. مقایسه عملکرد هیبریدهای خارجی ذرت با ارقام داخلی. مجله به‌نژادی نهال و بذر. سال ۱-۲۹، شماره ٤: ۷٦۰-۷٤۷.

حاجی‌بابایی، م.، و ف. عزیزی. ۱۳۹۳. اثر رژیم‌های آبیاری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد هیبریدهای ذرت علوفه‌ای. فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال ۲۲، شماره ٦: ۱۰۰-۸۹.

خالص‌رو، ش.، و ح. ملکیان. ۱۳۹۵. ارزیابی کاربرد ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر صفات مروفولوژیک، عملکرد، میزان و ترکیب‌های اسانس در کشت ارگانیک گیاه دارویی زنیان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. سال ۳۲، شماره ٦: ۹۸۰-۹٦۸.

خلیلی‌محله، ج.، و م. رشدی. ۱۳۸٦. اثرات محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای ٤۰۷. علوم کشاورزی. سال ۱۳، شماره ۲: ٤٦۵-٤۵۳.

داودی‌فرد، م.، د. حبیبی، و ف.ا. داودی فر. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش شوری بر پایداری غشا سیتوپلاسمی، میزان کلروفیل و اجزای عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک. زراعت و اصلاح نباتات. سال ۸، شماره ۲: ۸٦-۷۱.

سبزواری، س.، و ح.ر. خزاعی. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم پیشتاز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. سال ۱، شماره ۲: ٦۳-۵۳.

سیدزوار، ج.، م. نوروزی، س. اهری زاد، و ع. بنده‌حق. ۱۳۹٤. رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت تحت شرایط مختلف آبیاری. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. سال ۹، شماره ۱: ۱۰۸-۹۳.

شعاع‌حسینی، م.، م. گل‌باشی، س. خاوری خراسانی، م. فارسی، و م. ضرابی. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک ذرت سینگل کراس و تری وی کراس. کنفرانس ملی اصلاح الگوی مصرف در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ص:۲۲۵.

صبوری، ف.، ع. سیروس‌مهر، و ح. گرگینی شبانکاره. ۱۳۹٦. اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی مرزه. زیست‌شناسی گیاهی، سال ۳٤، شماره ۹: ۲٤-۱۳.

صیدی، ز.، ا. فاتح، و ا. آینه‌بند. ۱۳۹٦. اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان. نشریه بوم-شناسی کشاورزی. سال ۹، شماره ۱: ۱۲۸-۱۱۵.

طالبی‌فر، م.، ر. تقی‌زاده، و س.ا. کمالی کیوی. ۱۳۹٤. تعیین روابط میان عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ارقام گندم تحت شرایط تنش قطع آب در مراحل رشد از طریق تجزیه علیت. نشریه زراعت. سال ۲۸، شماره ۳: ۱۱۳-۱۰۷.

فرزین، ف.، ع. مقدم، ا. مهرانی، و ی. شرقی. ۱۳۹٤. بررسی روابط همبستگی بین عملکرد و اجزا عملکرد کمی و کیفی و علوفه ۲۰ ژنوتیپ برتر ارزن دم روباهی. نشریه زراعت، سال ۱۰۷ شماره ۱: ۱۷٤-۱٦۷.

قربانی، ص.، ح. خزاعی، م. کافی، م. بنایان‌اول، م. صادقی شعار. ۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. پژوهش‌های به زراعی. سال ٥، شماره ٤: ۳۳۷-۳۲٥.

قربانی، ص.، ح.ر. خزایی، م. کافی، م. بنایان اول و م. صادقی شعاع. ۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. پژوهش‌های به‌زراعی (تنش‌های محیطی در علوم گیاهی). سال ٥، شماره ٤: ۳۳۷-۳۲٥.

کام‌سفیدی، ح.، و س.م.ح. آروین.۱۳۹۰. اثر کاربرد اسید هیومیک بر ذخیره رطوبت در مراحل مختلف رویشی و شکل‌گیری میوه ارقام هنداوانه. یازدهمین سمینار آبیاری عمومی و کاهش تبخیر و تعرق. دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران. ص:۸-۱.

کریمی، ا.، ع. تدین، و م.ر. تدین. ۱۳۹٥. اثر اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پرولین برگ گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری. به زراعی کشاورزی. سال ۱۸، شماره ۳: ٦۲۳-٦۰۹.

گلباشی، م.، م. ابراهیمی، س. خاوری خراسانی، ر.، چوکان، و م. ضرابی. ۱۳۸۹. ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. سال ۲، شماره ۱:۸٤-۷٥.

مجدم، م.، م. دشتی، و ن. دروگر. ۱۳۹٥. بررسی اثر کاربرد اسید هیومیک و کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی و کارایی مصرف نیتروژن ذرت بهاره. مجله پژوهش‌های به زراعی. سال ۸، شماره ۱: ٥۰-٤۳.

محسن‌نیا، ا.، و ج. جلیلیان. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. بوم‌شناسی کشاورزی. سال ٤، شماره ۳: ۲٤٥-۲۳٥.

مقصودلو، م.، م.ر. داداشی، و ح. مختارپور. ۱۳۹٤. اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر صفات رویشی و عملکرد علوفه هیبریدهای جدید ذرت سیلویی در منطقه گرگان. پژوهش‌های به زراعی، سال ۷، شماره ۳: ۲۲۱-۲۱۳.

منصور قناعی، ف.، ح. سمیع‌زاده لاهیجی، ب. ربیعی، و م. شعاعی‌دیلمی. ۱۳۹۳. مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام توتون. نشریه زراعت، سال ۱۰۳، شماره ۱: ۳۷-۲۹.

Akinci, S., T. Buyukkeskin, A. Eroglu, and B.E. Erdogan. 2009. The effect of humic acid on nutrient composition in broad Bean roots. Not Sci Biol. 1(1): 81-87

Asgari, G.H., S.B. Mortazavi, S.J. Hashemian, and S.G. Mousavi. 2010. Evaluation of the process of catalytic ozonation of activated carbon in the removal of humic acid from aqueous solutions. Journal of Hamedan University of Medical Sciences & Health Services. 17(4):25-33.

Astaraei, A.R., and R. Ivani. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 3: 352-356.

Azeem, K., S.K. Khalili, F. Khan, A. Qahar, M. Sharif, and M. Zamin. 2014. Phenology, yield, and yield components of maize as affected by humic acid and nitrogen. Journal of Agriculture Science, 6(7):286-293.

Chockan, R. 2005. Evaluation and comparison of yield and yield components in silage corn cultivars. Seed and Plant Product Journal, 2(2): 36-40.

Daur, I., A, Ahmed. and B. Ain. 2013. Effect of humic acid on growth and quality of maize fodder production. Pak. J. Bot., 45(1):21-25.

Delfine, S., R. Tognetti, E. Desiderio, and A. Alvino, 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain 25:183-191.

Hakan, C., A. Vahap Katkat, B. Bulent Asık, and M.A. Turan. 2011. Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions communications. Soil Science and Plant Analysis, 42(1): 29-38.

Jiao, F.C., B.P. Xiao, H.Q. Yu, Y.H. Zhanp, and X.P. Lu. 2007. Pray correlation analysis on the main agronomic characters and yield of the flue-cured tobacco. Journal of Hunan Apicultural University, 33-5: 564-56.

Khan, B., N.N. Nawab, M. Qamar, M. Abbas, M. Haroon, A. Intikhab, H. Ahmed, I. Ahmed, K. Khan, and M. Afreen. 2017. Genetic variability in different maize (*Zea mays* L.) genotypes for comparative yield performance under local conditions of Rawalakot, Azad Jammu and Kashmir. International Journal of Biosciences, 11(3):102-107.

Kumar, S., A. Yadav, M. Yadav, and J.P. Yadav. 2017. Effect of climate change on phytochemical diversity, total phenolic content and in vitro antioxidant activity of *Aloe vera* (L.) Burm. f. BMC Research Notes, 10: 60-61.

Nasiri Dehsorkhi, A., H. Makarian, V. Varnaseri Ghandali, and N. Salari. 2018. Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin. Applied Research in Filed Crops, 31(1):93-113.

Shiri, M.R., S. Moharramnejad, M. Hanifezadeh, and A. Bandehhagh. 2016. Evaluation of yield stability of maize (*Zea mays* L.) influenced by planting date in Moghan region. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 26(1): 203-214.

Tohidi Moghadam, H.R., M. Khalafi Khamene, and H. Zahedi. 2014. Effect of humic acid foliar application on growth and quantity of corn in irrigation withholding at different growth stages. Maydica, 59:124-128.

Vaccaro, S., A. Ertani, A. Nebbioso, A. Muscolo, S. Quaggiotti, A. Piccolo, and S. Nardi. 2015. Humic substances stimulate maize nitrogen assimilation and amino acid metabolism at physiological and molecular level. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2(5):1-12.

Zhu, J., B.P. Xiao, X.P. Lu, Y.F. Bai, and Y.P. Li. 2006. Peneticand correlation analysis for agronomic traits in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Collepe of Apiculture and Biotechnology. 28-3: 317-323.

Investigation of the morphological and yield traits of maize (*Zea mays* L.) hybrids affected by humic acid application

A. Shahryari[1], H. Omodi[2]

Received: 2019-7-3 Accepted: 2019-12-4

Abstract

In order to evaluate the effect of humic acid on morphological and yield traits of maize hybrids, a split plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at Research Farm of Shahed University located in south of Tehran during 2016 and 2017. The studied factors consisted of three maize hybrids (704, As72, and DKC) in the main plots and humic acid in two levels (application and non-application) in the subplots. The results showed the highest number of leaves was found in 704 hybrid (13.6 per plant) and the lowest in the other two hybrids. The highest number of grains per ear was achieved in the application of humic acid under second year of experiment with an average of 802.62 number, which was 16.02% higher than to the non-application treatment. 704 hybrid had the highest 1000-grain weight in the both year of experiment and DKC hybrid in the second year of experiment had the highest 1000-grain weight with an average of 154.7, 14.5, and 159.6 g, respectively. The highest grain yield was obtained in DKC hybrid under second year of experiment with an average of 17148.3 kg/ha. The use of humic acid resulted in an increase of 11.93% in the grain yield compared to the control (no application). The highest biological yield was observed in the application and non-application of humic acid in DKC hybrid under second year of experiment with an average of 38088 and 36927 kg/ha, respectively. The application of humic acid increased the harvest index. Grain yield had positive and significant correlation with grain number per ear, 1000-grain weight, and biological yield. The regression model showed that cumulatively the coefficient of detection of the fitted model was 96.20% of the variation of grain yield by stem diameter, number of seeds per ear, and number of seeds per row were justified. In general, the findings of the present study showed that DKC hybrid had higher average growth and yield traits under humic acid application conditions than other hybrids and is recommended for cultivation in the area.

Keywords: Organic fertilizer, grain yield, cereals, biological yield, harvest index

1- Graduated Student, Shahed University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Shahed University, Tehran, Iran